

## Measuring screw of a transmitter having linear displacement

**Publication number:** DE3828589

**Publication date:** 1990-03-08

**Inventor:** STISON IZRAIL MOISEEVIC (SU); LIVSIC ANATOLIJ ZINOVIEVIC (SU); SOROCKIN BORIS MOISEEVIC (SU)

**Applicant:** LE INSTRUMENTALNYJ Z (SU)

**Classification:**

- **International:** G01B3/00; G01B7/28; G01B7/34; G01B3/00; G01B7/28; G01B7/34; (IPC1-7): B23Q17/20; G01B3/22; G01B21/04

- **European:** G01B3/00B; G01B7/28; G01B7/34

**Application number:** DE19883828589 19880823

**Priority number(s):** DE19883828589 19880823

Report a data error here

### Abstract of DE3828589

The measuring screw of a transmitter having linear displacement has a guide (1) with a cylindrical bore (2), in which a measuring rod (3) is mounted in rolling-contact (anti-friction) bearings (4). Flats (10) are executed on a side face of the measuring rod (3). Inserted between the surface of the bore (2) in the guide (1) and the surface of each flat (10) is a ball (9) which limits a rotary movement of the measuring rod (3) about the axis thereof if an accidental effect arises which tends to rotate the measuring rod (3).

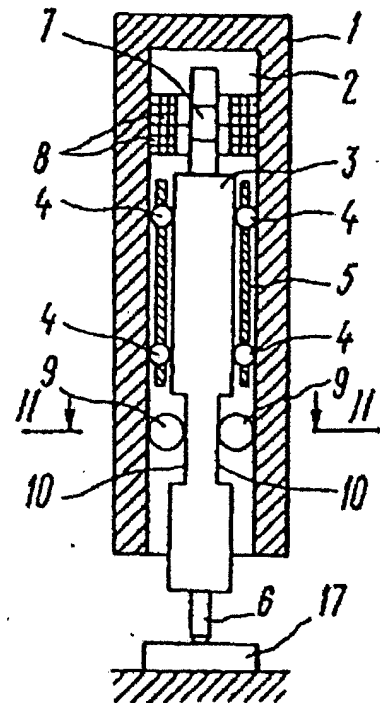


FIG.1

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 38 28 589.4  
22 Anmeldetag: 23. 8. 88  
43 Offenlegungstag: 8. 3. 90

51 Int. Cl. 5:  
G 01 B 3/22  
G 01 B 21/04  
B 23 Q 17/20  
// G 01 B 5/03, 21/30,  
7/34

DE 38 28 589 A 1

71 Anmelder:  
Leningradskij instrumental'nyj zavod, Leningrad, SU

74 Vertreter:  
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.  
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,  
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,  
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von  
Fischern, B., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte; Nette, A.,  
Rechtsanw., 8000 München

72 Erfinder:  
Stison, Izrail Moiseevič; Livšic, Anatolij Zinovievič;  
Soročkin, Boris Moiseevič, Leningrad, SU

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Meßspindel eines Gebers mit linearer Verschiebung

Die Meßspindel eines Gebers mit linearer Verschiebung weist eine Führung (1) mit einer zylindrischen Bohrung (2) auf, worin in Wälzlagern (4) eine Meßstange (3) gelagert ist. Auf einer Seitenfläche der Meßstange (3) sind Abflachungen (10) ausgeführt. Zwischen der Oberfläche der Bohrung (2) in der Führung (1) und der Oberfläche jeder Abflachung (10) ist eine Kugel (9) eingesetzt, die eine Drehbewegung der Meßstange (3) um deren Achse begrenzt, falls eine zufällige Einwirkung entsteht, die bestrebt ist, die Meßstange (3) zu drehen.

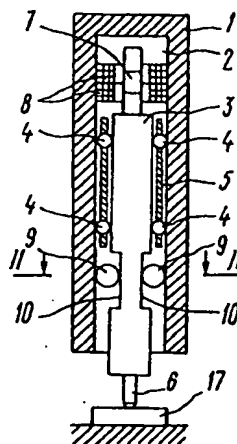


FIG.1

DE 38 28 589 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf Meßgeräte und insbesondere auf eine Meßspindel eines Gebers mit linearer Verschiebung. Die Erfindung kann in Geräten für Präzisionsmessungen linearer Werkstückmaße, einer Oberflächenrauheit, Oberflächenabweichungen von einer geometrischen Sollform und Verformungsgrößen zur Anwendung kommen. Sie kann auch zur Messung von Mikroverschiebungen zur genauen Einstellung der Teile und der Baugruppen von Präzisionsmechanismen, darunter Werkzeugmaschinen und Robotern verwendet werden. Derartige Meßgeräte enthalten einen Geber mit linearer Verschiebung, der eine Meßspindel und einen Wandler zum Umwandeln einer linearen Verschiebung in ein elektrisches Signal umfaßt. Die Meßspindel umfaßt eine Meßstange, die in einer Führung angeordnet ist. Ein Ende der Meßstange gelangt mit der Oberfläche eines Objektes in Berührung, dessen Abmessungen bzw. Maßabweichungen gemessen werden.

Meßstangenbewegungen werden im Laufe einer Messung in ein elektrisches Signal umgewandelt, wobei induktive, kapazitive bzw. fotoelektrische Wandler zur Anwendung kommen können.

Bei diesen Messungen können Kräfte entstehen, die bestrebt sind, die Meßstange um deren Achse zu drehen, was unerwünscht ist, weil dadurch eine Änderung des elektrischen Signals am Wandlerausgang, d. h. ein Meßfehler bewirkt sein kann. Solch eine Signaländerung kann z. B. durch eine Stoffinhomogenität im Bereich eines Endes der Meßstange, die mit einem Wandlerelement in Wechselwirkung steht, das auf eine Verschiebung dieses Endes reagiert, durch eine Formabweichung dieses Endes von einer zylindrischen Form bzw. eine Abweichung der Symmetrieachse dieses Endes von der Drehachse der Meßstange herbeigeführt werden. Daher weist gewöhnlich die Meßspindel eines Gebers für die lineare Verschiebung Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange um deren Achse auf.

Es ist eine Meßspindel des Gebers mit linearer Verschiebung bekannt, enthaltend eine Führung mit einer zylindrischen Bohrung, eine darin in Wälzlagern koaxial gelagerte zylindrische Meßstange und Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange um deren Achse, die als ein Stift ausgeführt sind, der über die zylindrische Oberfläche der Meßstange hinausragt und in eine Nut eingreift, die im Inneren der Führung vorgehen ist und längs der Achse ihrer Bohrung verläuft ("Stanki i instrumenty", Nr. 9, 1985, A. Z. Livshits und B. M. Sorochkin, "Precizionnye induktivnye preobrazovatel", S. 34—35).

Ein Stift, der eine Drehbewegung der Meßstange begrenzt, kann auch in einer Bohrung der Führung angeordnet sein und in eine Längsnut in der Seitenfläche der Meßstange eingreifen (B. M. Sorochkin, E. O. Bogdanov, "Avtomatizatsija mnogodiapazonnoj sortirovki", 1973, Mashinostroenie (Leningrad), S. 36, Bild 12).

Bei Anwendung dieser Einrichtungen findet aber eine bedeutende Gleitreibung zwischen Oberflächen eines Stiftes und einer Nut, die dieser Stift eingreift, statt, wenn eine Bewegung der Meßstange längs der Führung entsteht. Diese Reibung bewirkt einen größeren Meßfehler.

Zum Stand der Technik gehört eine Meßspindel eines Gebers mit linearer Verschiebung, enthaltend eine Führung mit einer zylindrischen Bohrung, eine darin in Wälzlagern koaxial gelagerte Meßstange und Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange um

deren Achse, die als eine Kegelrolle ausgeführt sind, die drehbar auf einer Achse befestigt ist, die in die Meßstange eingepreßt ist und senkrecht zu deren Seitenfläche verläuft. Die Rolle greift in eine Kegelnut ein, die im Inneren der Führung in der Achsrichtung verläuft (TE-SA, Schweiz, "Geräte zur Messung linearer Größen", 1980, S. 52). Durch Anwendung einer drehbaren Rolle kann eine Reibung zwischen der Meßstange und der Führung vermindert werden, weil bei einer Bewegung der Meßstange längs der Führung die Rolle auf einer Seitenfläche der Nut abrollt. Doch auch in diesem Falle findet zwischen der Rolle und deren Achse eine Gleitreibung statt, wodurch ein Meßfehler vergrößert wird. Außerdem weist infolge kleiner Abmessungen der Meßstange und der Führung und dadurch, daß man die Rolle und die Nut mit einer hohen Genauigkeit herzustellen hat, diese Meßspindel eine komplizierte Konstruktion auf und ihre Herstellung bedarf eines großen Aufwandes.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Meßspindel eines Gebers mit linearer Verschiebung zu schaffen, bei dem Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange derart ausgebildet sind, daß sie einfach aufgebaut sind und zugleich keine bedeutende Reibung bei einer Bewegung der Meßstange in der Führung verursachen.

Diese Aufgabe wird bei einer Meßspindel eines Gebers mit linearer Verschiebung, enthaltend eine Führung mit einer zylindrischen Bohrung, eine darin in Wälzlagern koaxial gelagerte Meßstange und Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange um deren Achse, die zwischen der Führung und der Meßstange angeordnet sind, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß auf einer Seitenfläche der Meßstange wenigstens eine Abflachung ausgeführt ist und daß die Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange wenigstens eine Kugel enthalten, die zwischen der Oberfläche der Bohrung in der Führung und der Oberfläche der Abflachung der Meßstange angeordnet ist.

Bei dieser Ausführung der Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange um deren Achse weisen sie eine verhältnismäßig einfache Konstruktion auf, wodurch der Aufbau der Meßspindel und deren Herstellung vereinfacht werden.

Außerdem entsteht bei einer Bewegung der Meßstange in der Führung in Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange nur eine Rollreibung, die bedeutend kleiner ist als eine Gleitreibung. Im Ergebnis davon wird ein Meßfehler verkleinert, der durch eine Reibung bei linearen Verschiebungen der Meßstange bewirkt wird.

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung beispielsweise näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt der erfindungsgemäßen Meßspindel eines Gebers mit einer linearen Verschiebung;

Fig. 2 einen Querschnitt nach der Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3 einen Querschnitt der Meßspindel nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung, und

Fig. 4 einen Querschnitt der Meßspindel nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung.

In Übereinstimmung mit Fig. 1 und 2 enthält die erfindungsgemäße Meßspindel eines Gebers für die lineare Verschiebung eine rohrförmige Führung 1, die eine zylindrische Bohrung 2 hat. In der Bohrung 2 ist koaxial mit dieser eine zylindrische Meßstange 3 angeordnet. Die Meßstange 3 ist in Wälzlagern gelagert, die als in einem Käfig 5 angeordneten Kugeln 4 (Fig. 1) ausge-

führt sind. Das eine Ende der Meßstange 3 tritt aus der Führung 1 hinaus und hat eine Meßspitze 6.

An dem anderen Ende der Meßstange 3 befindet sich ein Ferriteinsatz 7. Gegenüber dem Ferriteinsatz 7 sind in die Bohrung 2 der Führung 1 zwei elektrische Spulen 8 eingesetzt. Die Spulen 8 und der Einsatz 7 bilden einen induktiven Wandler für die Umwandlung einer linearen Verschiebung der Meßstange 3 in ein elektrisches Signal. Die Spulen 8 sind an eine (nicht eingezeichnete) elektrische Schaltung zur Messung des Stromwerts in den Spulen 8 angeschlossen.

Die Meßspindel ist mit Mitteln zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange 3 um deren Achse versehen. Diese Mittel enthalten zwei Kugeln 9 (Fig. 2), die zwischen der Oberfläche der Bohrung 2 und der zylindrischen Fläche der Meßstange 3 eingesetzt sind. Dort, wo die Kugeln 9 eingesetzt sind, sind auf der zylindrischen Oberfläche der Meßstange 3 auf deren entgegengesetzten Seiten zwei parallele Abflachungen 10 ausgeführt, dabei ist die eine Kugel 9 zwischen der Oberfläche der Bohrung 2 und der Oberfläche der einen Abflachung 10 und die andere Kugel 9 zwischen der Oberfläche der Bohrung 2 und der Oberfläche der anderen Abflachung 10 eingesetzt.

Die Kugeln 9 können mit einem kleinen Übermaß, das nicht größer ist als jenes der Kugeln, bzw. mit einem kleinen Spiel eingesetzt werden, das nicht größer ist als eine Schmiermitteldicke.

Es ist eine andere Ausführungsvariante der Erfindung möglich, in Übereinstimmung, womit Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange in der Meßspindel vier Kugeln enthalten. Diese Ausführungsvariante der Erfindung wird in Fig. 3 erläutert, die einen Querschnitt dieser Meßspindel an der Einsatzstelle der Kugeln der Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung zeigt. In Übereinstimmung mit Fig. 3 sind auf einer Seitenfläche der Meßstange 11 vier Abflachungen 12 ausgeführt, von denen jede zur benachbarten senkrecht ist. Die Meßstange 11 ist in der zylindrischen Bohrung 2 der Führung 1 ähnlich der in Fig. 1 und 2 gezeigten Meßstange 3 eingesetzt und ist im übrigen der Meßstange 3 ähnlich ausgeführt. Zwischen der Oberfläche der Bohrung 2 (Fig. 3) und der Oberfläche jeder Abflachung 12 ist je eine Kugel 13 eingesetzt, d. h. bei dieser Konstruktion werden vier Kugeln anstelle von zwei verwendet, die in Fig. 1 und 2 gezeigt sind. Die Kugeln 13 (Fig. 3) werden mit einem kleinen Übermaß bzw. Spiel ähnlich den Kugeln 9 in den Fig. 1 und 2 eingesetzt.

Es ist auch eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung möglich, bei der zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange in der Meßspindel nur eine Kugel verwendet wird. Diese Ausführungsvariante der Erfindung wird durch Fig. 4 erläutert, die einen Querschnitt dieser Meßspindel an der Einsatzstelle der genannten Kugel darstellt. In Übereinstimmung mit Fig. 4 ist an einer Seitenfläche der Meßstange 14 in diesem Falle eine Abflachung 15 ausgeführt und es kommt eine Kugel 16 zur Anwendung, die zwischen den Oberflächen der Abflachung 15 und der Bohrung 2 eingesetzt ist. Sonst sind die Ausführung und die Anbringung der Meßstange 14 jenen der Meßstange 3 in Fig. 1 und 2 ähnlich.

Grundsätzlich ist Anwendung einer anderen Anzahl der Abflachungen auf einer Meßstange und Kugeln möglich, die zwischen der Oberfläche der Führungsbohrung und den Oberflächen der Abflachungen eingesetzt werden.

Beim Betrieb eines Gebers mit linearer Verschiebung,

dessen Meßspindel in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist, berührt die Meßspitze 6 der Meßstange 3 die Oberfläche eines Objektes 17, dessen Abmessungen bzw. Verschiebungen gemessen werden. Bei einer Messung bewegt sich die Meßstange 3 in der Bohrung 2 der Führung 1 in der Längs- bzw. Achsrichtung, indem sie sich auf die Kugeln 4 abstützt. Dies erfolgt in Abhängigkeit von einer Profiländerung der Oberfläche des Objektes 17 bzw. dessen Verschiebung. Die Kugeln 9 rollen dabei auf der Oberfläche der Bohrung 2 und den Abflachungen 10 ab, wobei eine nur kleine Reibungskraft infolge einer Rollreibung erzeugt wird.

Eine Verschiebung des Ferriteinsatzes 7 in bezug auf die Spulen 8 bewirkt eine Änderung der Induktivität und somit eines Stroms, der in den Spulen 8 fließt. Die Größe dieses Stroms, die mit Hilfe einer elektrischen Schaltung ermittelt wird, dient als Maß der linearen Verschiebung der Meßstange 3.

Bei Messungen können zufällig kleinere Kräfte entstehen, die bestrebt sind, die Meßstange 3 um deren Achse zu verdrehen. Solche Kräfte können z. B. durch Unebenheiten der Oberfläche des Objektes 17 herbeigeführt werden, die von der Meßspitze 6 berührt wird. Falls die Meßstange 3 um deren Achse gedreht wird, kann ein Meßfehler entstehen, der durch eine Änderung der Spuleninduktivität bewirkt wird. Solch eine Induktivitätsänderung bei einer Drehbewegung der Meßstange 3 kann z. B. durch eine Stoffinhomogenität des Ferriteinsatzes 7, eine Abweichung dessen Form von einer zylindrischen oder dessen Achse von der Drehachse der Meßstange 3 bewirkt werden.

Bei der beschriebenen Konstruktion wird aber eine Drehbewegung der Meßstange 3 durch die Kugeln 9 verhindert.

Eine Wechselwirkung der Meßstange und einer deren Drehbewegung begrenzenden Kugel ist in Fig. 4 erläutert.

Falls die Kugel 16 in der Mitte einer Abflachung 15 mit einem Spiel  $S$  in bezug auf die Oberfläche der Bohrung 2 gemäß Fig. 4 eingesetzt ist, rollt bei einer Drehbewegung der Meßstange 14 um deren Achse die Kugel auf der Oberfläche der Abflachung 15 ab, wobei sie sich in einer Richtung dreht, die dem Drehsinn der Meßstange 14 entgegengerichtet ist. Wenn sich beispielsweise die Meßstange 14 gegen den Uhrzeigersinn dreht, dreht sich die Kugel 16 im Uhrzeigersinn. Diese Drehsinne der Meßstange 14 und der Kugel 16 sind in Fig. 4 durch Pfeile angedeutet. Die Kugel 16 verschiebt sich dabei aus der Mitte der Abflachung 15 zu deren Rand hin, und ein Spiel zwischen der Kugel 16 und der Oberfläche der Bohrung 2 verkleinert sich. Sobald dieses Spiel verschwunden ist, wird eine weitere Bewegung der Kugel 16 unmöglich und eine Drehbewegung der Meßstange 14 hört auf. Eine Position der Kugel 16 in bezug auf die Meßstange 14 zu diesem Zeitpunkt ist durch eine Punktlinie angedeutet.

In Übereinstimmung mit Fig. 4 kann man einen Drehwinkel der Meßstange 14 um deren Achse im Falle, wenn sich die Kugel 16 in der Ausgangsstellung in der Mitte der Abflachung 15 befunden hat, nach der Formel ermitteln

$$\cos \alpha = 1 - \frac{S}{R - r}$$

worin

$\alpha$  Drehwinkel der Meßstange,

$S$  Spiel zwischen den Oberflächen der Kugel 16 und der

Bohrung 2 in der Ausgangsposition der Kugel,

$R$  Radius der Bohrung 2 und

$r$  Radius der Kugel 16 bedeuten.

Bei einem Radius der Bohrung von 2,65 mm und einem Radius der Kugel von 0,75 mm, die mit einem Spiel von 0,1  $\mu\text{m}$  eingesetzt ist, beträgt der Drehwinkel der Meßstange ca. 0,5!

Bei einer Verkleinerung des Spiels  $S$ , womit die Kugel 16 eingesetzt wird, wird auch der Drehwinkel  $\alpha$  der Meßstange 14 verkleinert.

Falls die Kugel 16 mit einem Übermaß eingesetzt wird, findet keine Drehbewegung der Meßstange 14 statt, weil eine Bewegung der Kugel 16 durch eine Verkleinerung eines Abstandes zwischen den Oberflächen der Abflachung 15 und der Bohrung 2 bei einer Abweichung von der Mitte der Abflachung 15 weg verhindert wird. Man wählt ein Übermaß, das nicht größer ist, als das Übermaß, dem die Kugeln 4 (Fig. 1) eingesetzt sind. Dieses Übermaß kann z. B. 1 bis 2  $\mu\text{m}$  betragen. In diesem Falle stellt eine Rollreibung, die bei einer Bewegung der Kugel 16 entsteht, praktisch kein Hindernis für eine lineare Verschiebung der Meßstange 3 dar.

Ähnlich erfolgt eine Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange 3 bei Anwendung von zwei und mehr Kugeln, darunter zwei Kugeln 9 nach den Fig. 1 und 2 bzw. vier Kugeln 13 nach Fig. 4.

Beim Einsatz von zwei Kugeln 9, wie es die Fig. 1 und 2 zeigen, wird eine Biegung der Meßstange verhindert, die in einer Konstruktion nach Fig. 4 unter Einwirkung einer durch die Kugel 16 erzeugten Kraft möglich ist. Diese Biegung der Meßstange kann Betriebsbedingungen der Wälzlager 4 negativ beeinflussen, d. h. darin eine gesteigerte Reibung bewirken, wodurch ein Meßfehler vergrößert wird.

Falls vier Kugeln 13 (Fig. 3) verwendet werden, wird eine Starrheit der Meßstange 3 in zwei gegenseitig senkrechten Ebenen erzielt.

#### Patentanspruch

Meßspindel eines Gebers mit linearer Verschiebung

- einer Führung (1), die eine zylindrische Bohrung (2) hat,
- einer darin in Wälzlagern (4) koaxial gelagerten Meßstange (3)
- und Mitteln zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange (3) um deren Achse, die zwischen der Führung (1) und der Meßstange (3) angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

- auf einer Seitenfläche der Meßstange (3) wenigstens eine Abflachung (10) ausgeführt ist und daß
- die Mittel zur Begrenzung einer Drehbewegung der Meßstange (3) wenigstens eine Kugel (9) enthalten, die zwischen der Oberfläche der Bohrung (2) in der Führung (1) und der Oberfläche der Abflachung (10) der Meßstange (3) eingesetzt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

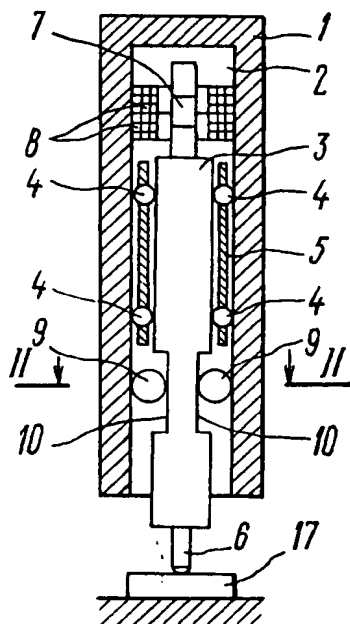


FIG. 1

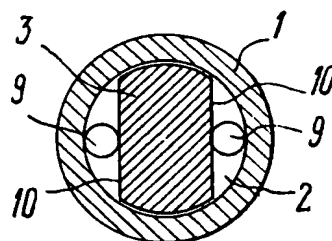


FIG. 2

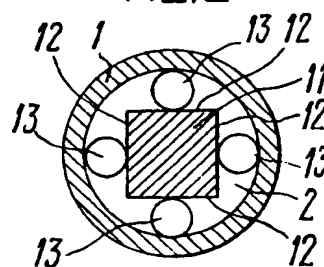


FIG. 3

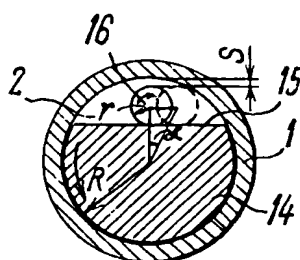


FIG. 4